



triton 2

Guía Técnica

version 1.1



Indice

1. Descripción General	1
2. Especificaciones de Hardware y Conexionado	2
2.1. LED de Estado	2
2.2. Puertos MI2	2
2.2.1. Puerto Analógico (8 Pines)	2
2.3. Puerto Digital (5 Pines)	2
2.4. Puertos de sondas (SMA)	3
3. Comunicación Modbus	5
3.1. Registros Modbus	5
3.1.1. Definición de Campos de Bits (Bitfields)	9
3.1.1.1. Registro de Estado	9
3.1.1.2. Registro de Configuración	9
3.2. Códigos de Comando	10
3.3. Seguridad de Comunicación y Recuperación de Respaldo	11
3.3.1. Cómo Funciona	11
3.3.2. Confirmación de Cambios	11
3.4. Operaciones de Usuario	12
3.4.1. Descripción General de Operaciones	12
3.4.2. Estados y Modos del Sistema	12
3.4.3. Configuración protegida	12
3.4.4. Calibración de 2 Puntos	13
3.5. Ejemplos de Comunicación	14
3.5.1. Lectura de Datos de Medición	14
3.5.2. Calibración Completa de 2 Puntos	14

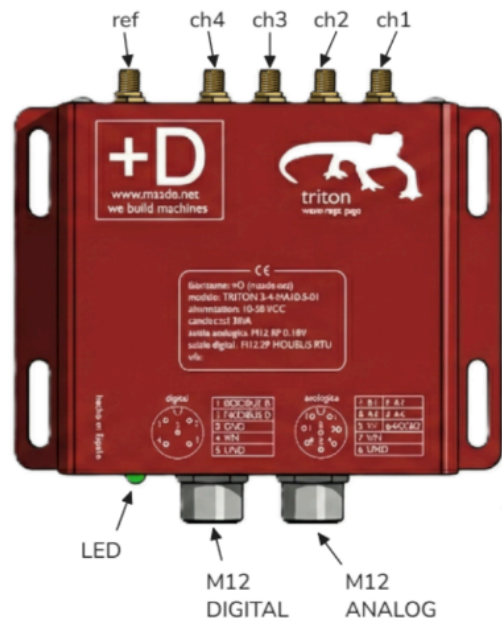
I. Descripción General

El Triton2 es un sensor de nivel de liquido capacitivo de alta resolución diseñada para el monitoreo preciso de nivel de liquidos en entornos industriales. Utiliza tecnología avanzada de Conversión de Capacitancia a Digital (CDC) para ofrecer estabilidad superior y una resolución de sub-picofaradios.

El sistema está diseñado para realizar mediciones de nivel de agua precisas y alta velocidad. Procesa las señales en tiempo real con un filtrado integrado y entrega datos listos para su uso mediante el protocolo estándar Modbus RTU sobre RS485.

El sensor se compone de:

- Interfaz digital (M12 5 pines)
- Interfaz analogica (M12 8 pines)
- Indicador de estado (LED)
- Puertos de medición de capacitancia (x4 SMA)
- Puerto de referencia de capacitancia (x1 SMA)



2. Especificaciones de Hardware y Conexionado

El sistema utiliza conectores de estándar industrial para garantizar protección contra el agua y puertos de medición de alta frecuencia.

2.1. LED de Estado

- Verde (Parpadeo lento): Operación normal.
- Púrpura (Parpadeo rápido): Calibración en curso.
- Azul: Modo Configuración activo.
- Rojo: Error de sistema.

2.2. Puertos M12

Utiliza conectores circulares M12 con codificación A, que proporcionan un bloqueo mecánico robusto y protección ambiental.

2.2.1. Puerto Analógico (8 Pines)

- Interfaz: M12 Codificación A Hembra (8 posiciones)
- Clasificación: 30V / 2A

Pin	Nombre Funcional	Descripción	Protección
1-4	A 1-4	Salidas analogicas (0-10V)	Sobretensión y sobrecorriente
5	IN	Señal de entrada digital aislada	Aislamiento óptico
6	AGND	Referencia dedicada para señales	Tierra aislada
7	VIN	Entrada de alimentación positiva	10V a 28V DC
8	GND	Tierra principal del sistema	Retorno común
-	Blindaje Carcasa	Protección EMI/RFI	Tierra de chasis

2.3. Puerto Digital (5 Pines)

- Interfaz: M12 Codificación A Hembra (5 posiciones)
- Clasificación: 60V / 4A

Pin	Nombre Funcional	Descripción	Protección
1	MODBUS A	Modbus RS-485 A (+) No invertido	Protección ESD de alto nivel
2	MODBUS B	Modbus RS-485 B (-) Invertido	Protección ESD de alto nivel
3	GND	Tierra principal del sistema	Retorno común
4	VIN	Entrada de alimentación positiva	10V a 28V DC
5	GND	Tierra principal del sistema	Retorno común
-	Blindaje Carcasa	Protección EMI/RFI	Tierra de chasis

2.4. Puertos de sondas (SMA)

Puertos de detección capacitiva de alta precisión con conectores roscados SMA para conexiones estables y de bajo ruido.

Anatomía del Conector:

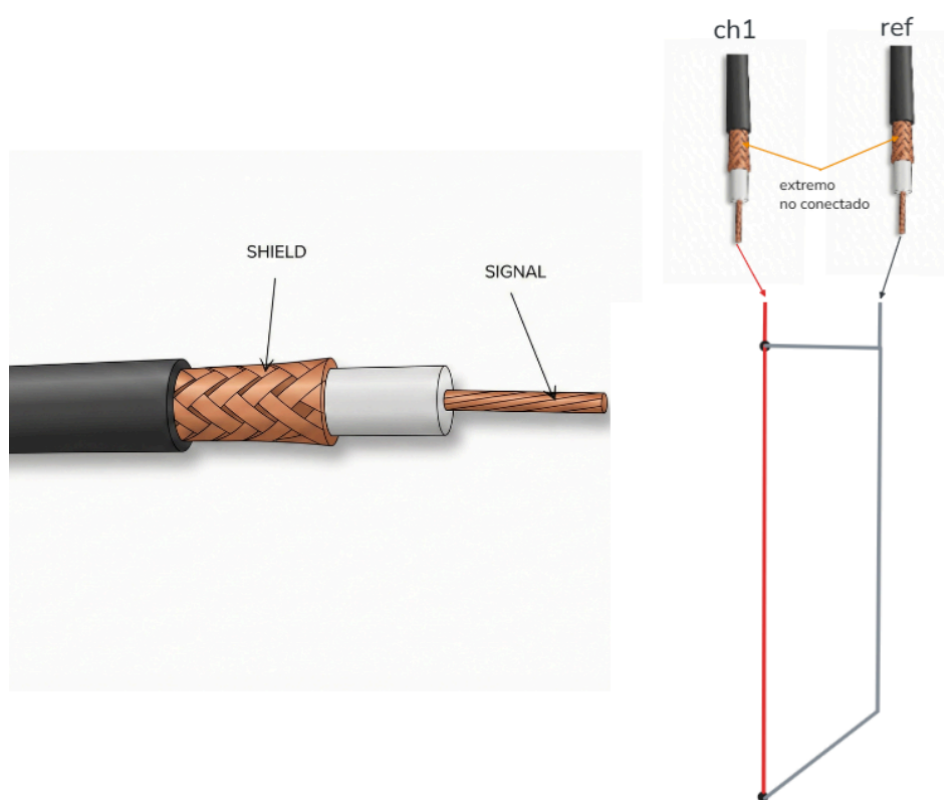
- **Núcleo (Pin Central):** Señal de detección activa para la medición de capacitancia.
- **Blindaje (Rosca Exterior):** Terminal de **Guarda Activa**.



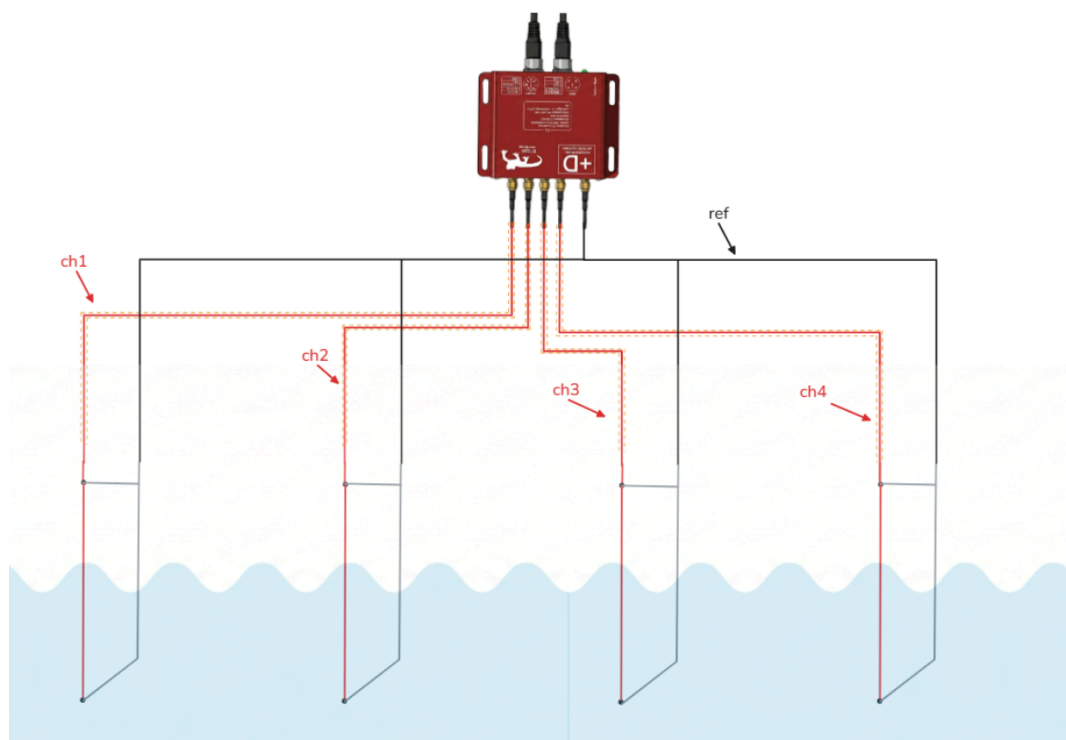
Blindaje de la señal: La rosca exterior del SMA y el blindaje del cable es una señal activa. El blindaje nunca debe conectarse a tierra ni entrar en contacto con el chasis o tierras comunes, ya que esto cortocircuitaría el circuito de protección e invalidaría los datos del sensor



Conexión a sonda: El blindaje de la señal en el extremo se debe dejar sin conectar (flotando). Se recomienda proteger con un termoretractil a alguna protección aislante.



Longitud de cable: El sistema de reducción de ruido depende de la longitud del cable. Para minimizar el ruido de la señal se recomienda minimizar la longitud del cable.



3. Comunicacion Modbus

- Protocolo: Modbus RTU (Esclavo).
- ID de Esclavo por Defecto: 1.
- Baud Rate por Defecto: 115200 bps.
- Configuraciones Admitidas: 9600 a 921600 bps.
- Formato: 8N1 (8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada).
- Punto Flotante: Estándar IEEE 754 (Orden de palabras CDAB).

3.1. Registros Modbus

Esta sección detalla el mapa de registros del dispositivo, definiendo la organización de la memoria, el tamaño de los datos y los permisos de acceso para la integración con sistemas PLC o SCADA.

- **Dirección:** Representa la dirección base del registro Modbus (en formato decimal). Es el índice inicial que el maestro debe solicitar para acceder al dato.
- **Tamaño:** Indica la cantidad de registros Modbus (palabras de 16 bits) que ocupa el parámetro.
 - 1: Representa un entero de 16 bits (uint16_t).
 - 2: Representa un valor de 32 bits, generalmente un punto flotante (float32) o un entero largo (uint32_t).
 - 4: Representa un valor de 64 bits (uint64_t).
- **Acceso:** Define los permisos de seguridad y operación:
 - L (Lectura): Datos de solo lectura. Contienen información de estado, mediciones en tiempo real o IDs fijos.
 - LE (Lectura y Escritura): Registros que pueden ser leídos o modificados en cualquier momento durante la operación normal (ej. comandos de acción inmediata).
 - CONF (Configuración): Registros críticos que afectan el comportamiento del hardware. Por seguridad, el firmware solo permite su escritura si el dispositivo se encuentra en Modo Configuración (activado mediante el comando CMD_CONFIG_MODE). Todos los datos son accesibles mediante **Registros de Retención (Holding Registers)** (Códigos de función 03, 06, 16). Las direcciones se basan en 0.

Dir.	Tamaño	Nombre	Acceso	Descripción
0	1	STATUS	L	Bits de estado del sistema (ej: bit de calibración activa o errores).
1	4	CHIP_ID	L	Identificador único de hardware del microcontrolador (64 bits).
5	1	FW_VERSION	L	Versión del firmware actual (multiplicada por 100, ej: 106 = v1.06).
6	1	CONFIG	CONF	Ajustes de hardware: habilitación de canales y guarda activa.
7	1	CONFIG2	CONF	Configuración secundaria del sistema.
8	1	BAUD_RATE	CONF	Índice de velocidad de comunicación (9600 a 921600 bps).
9	1	SLAVEID	CONF	Dirección esclava Modbus del dispositivo (1-247).
10	1	COMMAND	LE	Ejecución de acciones: Reinicio, Calibración, entrar/salir de Modo Config.
11	1	CALIBRATION_TIME	CONF	Tiempo de duración (ms) asignado para el proceso de integración de cal.
16	2	TIMESTAMP	L	Tiempo de sistema en milisegundos desde el último reinicio.
18	2	CH1_RAW	L	Valor de capacitancia (pF) del Canal 1 tras pasar por filtro Kalman.
20	2	CH2_RAW	L	Valor de capacitancia (pF) del Canal 2 tras pasar por filtro Kalman.
22	2	CH3_RAW	L	Valor de capacitancia (pF) del Canal 3 tras pasar por filtro Kalman.

24	2	CH4_RAW	L	Valor de capacitancia (pF) del Canal 4 tras pasar por filtro Kalman.
26	2	CHI_CAL	L	Valor final calibrado del Canal 1 (aplicando Ganancia y Offset).
28	2	CH2_CAL	L	Valor final calibrado del Canal 2 (aplicando Ganancia y Offset).
30	2	CH3_CAL	L	Valor final calibrado del Canal 3 (aplicando Ganancia y Offset).
32	2	CH4_CAL	L	Valor final calibrado del Canal 4 (aplicando Ganancia y Offset).
34	2	CAL_CHI_GAIN	CONF	Factor de ganancia (pendiente) resultante de la calibración del Ch 1.
36	2	CAL_CHI_OFFSET	CONF	Valor de compensación (offset) resultante de la calibración del Ch 1.
38	2	CAL_CH2_GAIN	CONF	Factor de ganancia (pendiente) resultante de la calibración del Ch 2.
40	2	CAL_CH2_OFFSET	CONF	Valor de compensación (offset) resultante de la calibración del Ch 2.
42	2	CAL_CH3_GAIN	CONF	Factor de ganancia (pendiente) resultante de la calibración del Ch 3.
44	2	CAL_CH3_OFFSET	CONF	Valor de compensación (offset) resultante de la calibración del Ch 3.
46	2	CAL_CH4_GAIN	CONF	Factor de ganancia (pendiente) resultante de la calibración del Ch 4.

48	2	CAL_CH4_OFFSET	CONF	Valor de compensación (offset) resultante de la calibración del Ch 4.
50	2	KALMAN_Q	CONF	Parámetro Q (ruido de proceso) del filtro de Kalman.
52	2	KALMAN_R	CONF	Parámetro R (ruido de medida) del filtro de Kalman.
56	2	CAL_REFERENCE	LE	Valor de referencia física cargado manualmente para calibración.

Nota: Los parámetros marcados como RW requieren entrar en "Modo Config" (Comando 201) para ser modificados.

3.1.1. Definición de Campos de Bits (Bitfields)

3.1.1.1. Registro de Estado

Bit	Nombre	Descripción
0	SYS_ERR	Error crítico de hardware.
1	SNS_ERR	Error de comunicación con el motor de detección.
2	SNS_RUN	El sensor está realizando mediciones activamente.
3	CAL_ACT	Ciclo de calibración en curso.
4-7	CHI-4_ACT	Indica si el canal está habilitado y conectado.
8	CFG_MODE	El dispositivo está desbloqueado en Modo Configuración.

3.1.1.2. Registro de Configuración

Bit	Nombre	Descripción
1-4	EN_CHI-4	Habilitar/Deshabilitar canales de medición.
5	EN_GRD	Habilitar/Deshabilitar tecnología de Guarda Activa.

3.2. Códigos de Comando

Comandos de Control del Sistema Se utilizan para tareas de mantenimiento global.

Código	Acción	Descripción
100	System Reset	Reinicio inmediato por software.
102	Factory Reset	Borra todos los ajustes y calibraciones; reinicia.

Comandos de Gestión de Configuración Controlan el bloqueo de seguridad de registros protegidos.

Código	Acción	Descripción
201	Enter Config Mode	Desbloquea registros para edición; LED Azul.
202	Apply & Save	Guarda cambios permanentemente y reinicia.
203	Exit Config Mode	Sale del modo configuración sin guardar.

Comandos de Calibración Disparan la calibración para el canal y punto específico.

Canal Objetivo	Punto 0 (Bajo)	Punto 1 (Alto)
Canal 1	410	411
Canal 2	420	421
Canal 3	430	431
Canal 4	440	441

3.3. Seguridad de Comunicación y Recuperación de Respaldo

El Triton2 incluye un sistema de respaldo para evitar que el sensor quede inaccesible debido a ajustes Modbus incorrectos.

3.3.1. Cómo Funciona

El sistema opera mediante un flujo de “Prueba y Confirmación”:

1. **Creación de Respaldo:** Cada vez que se confirman cambios (Comando 202), el dispositivo crea una copia de seguridad de los ajustes anteriores conocidos como válidos.
2. **Prueba de Conectividad:** Tras reiniciar con nuevos ajustes, comienza un temporizador de seguridad de 5 minutos.
3. **Reversión Automática:** Si el dispositivo no recibe comunicación Modbus válida en esos 5 minutos, asume un fallo de configuración, recarga el respaldo y reinicia.

3.3.2. Confirmación de Cambios

Para confirmar permanentemente una nueva configuración, el usuario solo debe realizar cualquier operación exitosa de Lectura o Escritura al sensor dentro de los 5 minutos posteriores al reinicio. Esto cancela el temporizador de reversión.

3.4. Operaciones de Usuario

3.4.1. Descripción General de Operaciones

El Triton2 sensor está diseñado para monitoreo industrial autónomo con alta confiabilidad. La interacción se realiza principalmente mediante registros Modbus. La seguridad se mantiene mediante un sistema lógico de estados: los cambios críticos de comunicación se bloquean tras un “Modo de Configuración”, mientras que las calibraciones utilizan promedios temporizados.

3.4.2. Estados y Modos del Sistema

- **Modo Reposo/Ejecución:** Estado por defecto. El procesador interno sondea los canales habilitados a alta velocidad, aplica filtrado Kalman y actualiza los registros Modbus.
- **Modo Configuración (Protegido):** Activado para cambiar ajustes como el ID de Esclavo o Baud Rate. Los cambios requieren un comando de confirmación para guardarse permanentemente.
- **Modo Calibración (Temporal):** Disparado por comandos de calibración para calcular nuevos coeficientes de escala.

3.4.3. Configuración protegida

Para evitar la pérdida accidental de comunicación, los registros de ID y Baud Rate están protegidos.

1. **Solicitar Acceso:** Escribir 201 en COMMAND (Dir I0). El LED pasará a **Azul constante** y el bit CFG_MODE se activará.
2. **Editar Valores:** Modificar SLAVE_ID, BAUD_RATE o CONFIG. Los cambios se mantienen temporalmente en RAM.
3. **Confirmar Cambios:** Escribir 202 en COMMAND (Dir I0). El dispositivo valida los datos, guarda en NVS y se reinicia.
4. **Abortar:** Escribir 203 en COMMAND (Dir I0) para salir sin guardar.

3.4.4. Calibración de 2 Puntos

La calibración traduce la medida bruta (pF) a un valor de usuario (ej. 0% a 100%).

1. Establecer Punto Bajo:

1.1 Colocar el sensor en su condición de nivel más bajo.

1.2 Escribir el valor deseado (ej. 0.0) en CAL_REF (Dir 56).

1.3 Escribir el comando “Punto 0” (ej. 410 para CHI) en COMMAND. El LED parpadeará en Púrpura.

2. Monitorear Progreso: Esperar a que el bit CAL_ACT vuelva a 0.

3. Establecer Punto Alto:

4. Colocar el sensor en su condición de nivel más alto.

4.1 Escribir el valor deseado (ej. 100.0) en CAL_REF (Dir 56).

4.2 Escribir el comando “Punto 1” (ej. 411 para CHI) en COMMAND.

5. Finalización: Tras el muestreo, el dispositivo actualiza los coeficientes internos de ganancia y offset automáticamente.

3.5. Ejemplos de Comunicación

3.5.1. Lectura de Datos de Medición

Petición del Maestro (FC 03) para leer CHI Bruto (Dir 18) y CHI Calibrado (Dir 26).

```
# Lectura de 2 registros (float32)

raw_response = master.read_holding_registers(slave=1, address=18, count=2)
cal_response = master.read_holding_registers(slave=1, address=26, count=2)
ch1_raw = decode_ieee754(raw_response, byte_order=CDAB)
ch1_cal = decode_ieee754(cal_response, byte_order=CDAB)
```

3.5.2. Calibración Completa de 2 Puntos

Ejemplo de calibración completa de dos puntos en el canal 1.

```
# --- PASO 1: Calibrar Punto Bajo (0.0) ---

master.write_float32(slave=1, address=56, value=0.0)
master.write_single_register(slave=1, address=10, value=410)
esperar_a_que_bit_cal_act_sea_cero(slave=1)

# --- PASO 2: Calibrar Punto Alto (100.0) ---

master.write_float32(slave=1, address=56, value=100.0)
master.write_single_register(slave=1, address=10, value=411)
esperar_a_que_bit_cal_act_sea_cero(slave=1)
```